

Vplyv spôsobu využívania územia na erózne procesy

Impact of land use on the long-term average annual soil loss

Viera Rattayová

Abstract

Soil is one of the most valuable natural sources. It provides conditions for proper functioning of ecosystems and it is also very important for stable economic growth of society and keeping productive potential of land. The question, how to protect soil is one of the most actual ecological problems. The soil is endangered by many processes and influences, we can sort them to natural and anthropogenic. Soil erosion is a natural process, which is also ongoing on the land unaffected by human activity. The accelerated soil erosion can arise, when integrated river basin management absent and land use is not adapted to local conditions. Accelerated soil erosion can cause serious problem for water management and agriculture. Water erosion is a long time process which takes place on large sized areas. This are the main reasons, why a soil erosion is dangerous.

The aim of this paper is a design of an appropriate landscape measures, which can reduce soil erosion on arable land and retain a productive potential of a land. The pilot area was the cadastral area of Vrbovce village. This area is situated in western Slovakia, in the Czech-Slovak border. We compared three historical land uses and one current land use and we were looking for changes of land use during three historical periods. Peak flows from the selected four sub-basins were calculated by the CN method for each historical and current land use. These results gave a picture of the fact, how direct runoff responded to land use changes.

The main part of the paper deals directly with calculation of the soil erosion. We used the modified Universal Soil Loos Equation (RUSLE) for predicting the long-term average annual soil loss for the current land use. The slope length factor and the steepness factor was expressed by the topographic factor (LS), which we calculated in the USLE 2D model. We used universal values of the cover-management factor (C), because we have not information, which crops are cultivated on selected parcels.

The detail land use map was created for the Hauznikov creek basin for the current land use and for the land use generated from a topographic map 1:25 000 (TM25). This map shows land use before collectivization and land consolidation (1952-1957), when the current length of arable land was divided to smaller parts (changes in slope length).

The final section of this paper is a design of landscape measures, which decrease a soil erosion in an arable land. We designed two alternatives of crop rotations on arable land, which decrease soil erosion and retain a productive potential of land.

1 Úvod

Pôda patrí k najcennejším prírodným zdrojom. Zabezpečuje podmienky pre fungovanie ekosystémov, ale zároveň aj pre ekonomický a hospodársky rast spoločnosti. Otázka jej ochrany preto dnes patrí k jedným z najaktuálnejších ekologických problémov.

Erózia pôdy je prirodzený, kontinuálny proces, ktorý prebieha aj v prírodnej krajine neovplyvnenej ľudskou činnosťou. Vplyvom nevhodného obhospodarovania krajiny a chýbajúceho manažmentu povodí však dochádza k nebezpečnej erózii poľnohospodárskych pôd aj pôd využívaných ako trvalo trávnaté porasty. Tá sa v extrémoch prejavuje aj niekoľko desiatok centimetrov hlbokými eróznymi ryhami a plošným odnosom takého množstva pôdy, ktoré spôsobuje nebezpečné znižovanie kapacity korýt tokov a hydrotechnických stavieb. V tejto práci sme sa zaoberali vplyvom zmeny spôsobu využívania krajiny na priemernú ročnú stratu pôdy na pilotnom území katastra obce Vrbovce. Vypočítali sme hodnotu priemernej ročnej straty pôdy na plochách využívaných ako orná pôda metódou USLE, s využitím LS faktora vypočítaného v programe USLE 2D. Uvažovali sme s rôznymi alternatívami oševných postupov konštantnými pre celé územie. Vyjadrili sme vplyv zmeny dĺžky svahu, ktorá vznikla vplyvom kolektivizácie, na stratu pôdy. V záverečnej časti práce sme navrhli dve alternatívy oševných postupov s dvoj ročným cyklom, ktorých úlohou je znížiť stratu pôdy na prípustnú úroveň a zároveň zachovať produkčný potenciál krajiny.

2 Layout

Sledované územie

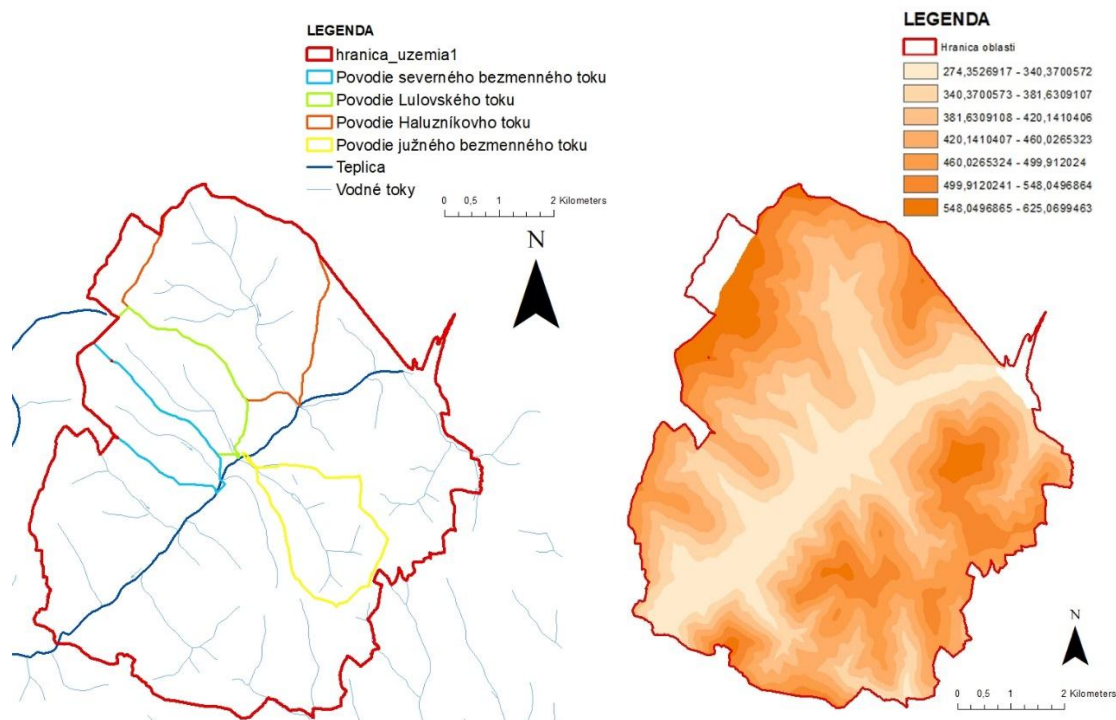
Pilotnou oblasťou riešenou v práci bolo katastrálne územie obce Vrbovce s príľahlým územím spadajúcim pod 4 významné povodia prítokov rieky Teplica (obr.1). Obec Vrbovce leží na slovensko-českej hranici a z hľadiska administratívneho členenia patrí do okresu Myjava. Intravilánom obce preteká tok 4. rádu Teplica, ktorý má v pilotnom území niekoľko ľavostranných aj pravostranných prítokov. Rozloha skúmaného územia je 52,88 km².

Sledované územie má hornatý reliéf s prevýšením 349 m. Krajinná štruktúra je typická výrazným zastúpením kopaničiarskeho osídlenia, ktoré storočia formovalo krajinný ráz. Ide o poľnohospodársku krajinu, v ktorej sa v súčasnosti pretkávajú plochy lesov a trvalo trávnatých porastov s ornou pôdou.

Geologické podložie tvoria na väčšine územia sedimenty bielokarpatskej jednotky - flyšové súvrstvia Lopenického a Svodnického súvrstvia (Maglay, 2018). Tvorí prechod medzi bradlovým a flyšovým pásmom. V nivách tokov tvoria podložie fluvialne sedimenty.

Napriek výrazne členitému reliéfu a slabo priepustnému podložiu je toto územie poľnohospodársky využívané na pestovanie plodín s nízkym protieróznym ochranným účinkom vegetácie- kukurice a slnečnice. Taktiež nie sú dodržiavané protierózne oševné postupy, čo má za následok vznik nebezpečného povrchového odtoku na svahoch a vysokú mieru vodnej erózie na pôde. Vo východnej časti územia, v povodí Haluzníkovho toku, vzniká ryhová erózia a tvoria sa výmole. Výrazný je najmä výmol v južnej časti tohto povodia, ktorého hĺbka dosahuje v niektorých miestach až 800 mm. Menšie výmole poľnohospodári počas orby pravidelne vyrovnávajú.

Plošná erózia je viditeľná na celom území na plochách ornej pôdy (obr. 2) , v niektorých častiach územia aj na plochách trvalých trávnych porastov.



Obr.1: Hranica riešeného územia s vyznačenými povodiami hlavných prítokov a digitálny model reliéfu



Obr.2: Plošná (na ľavo) a ryhová (na pravo) erózia na plochách ornej pôdy

Súčasný stav krajinej štruktúry je výsledkom ľudskej činnosti a odlesňovania, a to najmä v období kopaničiarskej kolonizácie. Vplyvom rozvoja kopaničiarskeho osídlenia došlo k masívnemu odlesňovaniu územia, ktoré je viditeľné na mape z obdobia prvého vojenského mapovania (1764-1787). Vplyvom negatívnych sociálno-ekonomických podmienok neskôr ubúdala počet obyvateľov kopaníc a tým aj klesali plochy ornej pôdy, ktoré bolo nutné obrábať, čo je vidieť na mape využitia krajiny z obdobia druhého vojenského mapovania (1810-1869). Neobrábaná pôda postupne zarastala náletovými drevinami. Výrazná zmena v krajinej štruktúre nastala v období kolektívizácie, medzi rokmi 1957 až 1981

(Stankoviansky, 1997). V tomto období došlo k scel'ovaniu plôch ornej pôdy a k likvidácii líniových prvkov v krajine, ich protierózna, vodozádržná a ekostabilizačná funkcia týmto zanikla. Všetky historické zmeny využívania územia sú znázornené v tabuľke 1.

Tab.1: Zastúpenie rôznych kategórií spôsobu využívania územia v %, na základe historických a súčasnej mapy využívania územia

Kategórie spôsobu využívania územia	I. vojenské mapovanie	II. vojenské mapovanie	TM 25	Súčasnú využívanie krajiny
Orná pôda	75,7	55,2	44,3	26
Trvalé kultúry	-	-	-	4,6
Trvalo trávnatý porast	8,4	8,7	37,8	39,2
Lesy	13,3	33,8	14,2	27,4
z toho -Listnaté lesy	-	33,8	10,9	13,8
-Zmiešané lesy	13,3	-	3,2	2,6
-Ihličnaté lesy	-	-	0,1	11
Urbanizované plochy	2,6	2,4	3,8	2,8
vodné plochy	-	-	-	0,01

Analýzou vstupných dát boli vyčlenené povodia strategických prítokov a súčasne hranica riešeného územia. Bol vyjadrený pomer jednotlivých spôsobov využívania územia v jednotlivých obdobiach a vypočítaný priamy odtok v záverečnom profile povodí metódou čísel odtokových kriviek, na základe máp z obdobia 1. a 2. vojenského mapovania, topografickej mapy v mierke 1:25 000 (1952-1957) a mapy súčasného využívania územia (tab.2). Spracovaním týchto máp sme získali lepšie informácie o zmenách krajiny, ich vplyve na povrchový odtok a nepriamo aj na vodnú eróziu pôdy.

tab.2: Hodnoty kulminačného prietoku v $m^3 \cdot s^{-1}$, s dobou opakovania 100 rokov pri rôznom historickom spôsobe využívania územia

Povodie toku	$Q_N [m^3 \cdot s^{-1}]$, doba opakovania 100 rokov			
	Využitie územia I.VM	Využitie územia II.VM	Využitie územia TM-25	Súčasnú využitie územia (2017)
Haluzníkov	8,73	8,15	8,59	8,45
Lulovský	5,61	3,49	4,79	4,27
Bezmenný	4,66	3,95	4,05	3,62
Južný	8,01	4,81	5,92	4,39

Metodika práce

Pri výpočte intenzity vodnej erózie bola využitá univerzálna rovnica straty pôdy, podľa autorov Wischmeier a Smith (1978). Ide o najrozšírenejší a najpoužívanější empirický model na výpočet erózneho odnosu pôdy. Univerzálna rovnica pre výpočet straty pôdy sa využíva na určovanie ohrozenosti poľnohospodárskych pôd vodnou eróziou a na hodnotenie účinnosti navrhnutých protieróznych opatrení. Prípustná strata pôdy je definovaná ako

maximálny objem straty pôdy, ktorý dovoľuje dlhodobu a ekonomicky zabezpečiť dostatočnú úrodnosť pôdy.

Univerzálna rovnica straty pôdy má tvar (Stone, 2012):

$$G = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Kde:

G - dlhodobá priemerná ročná strata pôdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$];

R - faktor eróznej účinnosti dažďa [$MJ \cdot ha^{-1} \cdot cm \cdot h^{-1}$];

K - faktor erodovateľnosti pôdy [$t \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$];

L - faktor dĺžky svahu [-];

S - faktor sklonu svahu [-];

C - faktor ochranného vplyvu vegetácie [-];

P - faktor účinnosti protieróznych opatrení [-].

Intenzita vodnej erózie sa zvyšuje s rastúcou dĺžkou a sklonom svahu. Hodnoty faktorov dĺžky svahu L a sklonu svahu S je možné určiť na základe vzťahov jednotne pre celý pozemok, tieto hodnoty však nie sú schopné popísať vplyv priestorovej variability sklonu a nepravidelný tvar pozemku.

V praxi sa preto často využíva kombinovaný LS faktor vypočítaný v prostredí GIS, ktorý je označovaný aj ako topografický faktor. Na výpočet topografického faktora je možné použiť aj výpočtový model USLE 2D. USLE2D počíta dĺžku odtokovej dráhy na vstupných parcelách tak, že každú parcelu nahrádza zdrojovou plochou, predstavujúcou mikropovodie. Program využíva ako vstupné dáta digitálny model reliéfu (DEM) a gridovú vrstvu parcel, na ktorých má byť vypočítaný LS faktor. Výpočet vychádza z predpokladu, že dielčie plochy (pozemky) sú hydrologicky uzavreté, ich hranice tvoria prekážku pre plošný povrchový odtok a dochádza na nich k jeho prerušeniu.

Program ďalej ponúka algoritmy výpočtu podľa rôznych autorov, využili sme 4 spôsoby výpočtu LS faktora podľa autorov:

- Wishmeier a Smith(1978)
- MCCool(1987,1989)- stredné hodnoty (rill=interrill),
- Nearing (1997)- podľa Wischmeier a Smith (1978) a McCool(1987,1989)(rill=interrill)

Spoločnou vlastnosťou týchto algoritmov je rovnaký výpočet faktora dĺžky svahu na základe vzťahu (Nearing,1997):

$$L_{(x,y)} = \frac{(A_{(x,y),in} + D^2)^{(m+1)} - A_{(x,y),in}^{(m+1)}}{f_{(x,y)}^m \times D^{(m+2)} \times 22,13^m} \quad (2)$$

Kde:

$L_{(x,y)}$ – faktor L pre danú bunku v súradniciach X, Y [-],

D – rozlíšenie bunky rastra [m],

$A_{(x,y),in}$ – celková prispievajúca (zdrojová) plocha na vstupe do bunky [m²],

m – exponent pre výpočet faktora L,

f – korekčný faktor

Algoritmy podľa jednotlivých autorov sa však líšia spôsobom určovania exponentu „m“ pre výpočet faktora L a spôsobom výpočtu faktora sklonu svahu. V práci je ďalej využívaný algoritmus podľa McCoola, pri ktorom dosahoval LS faktor najvyššie hodnoty. Tento algoritmus vychádza z rozdelenia svahov do kategórii podľa dĺžok a sklonov svahu, pre ktoré je odvodený vzťah na výpočet faktora sklonu svahu (USDA,1997) :

- svahy dlhšie ako 4m a sklon < 9%

$$S_{(x,y)} = 10,8 \times \sin \theta + 0,03 \quad (3)$$

- svahy dlhšie ako 4m a sklon \geq 9%

$$S_{(x,y)} = 16,8 \times \sin \theta + 0,5 \quad (4)$$

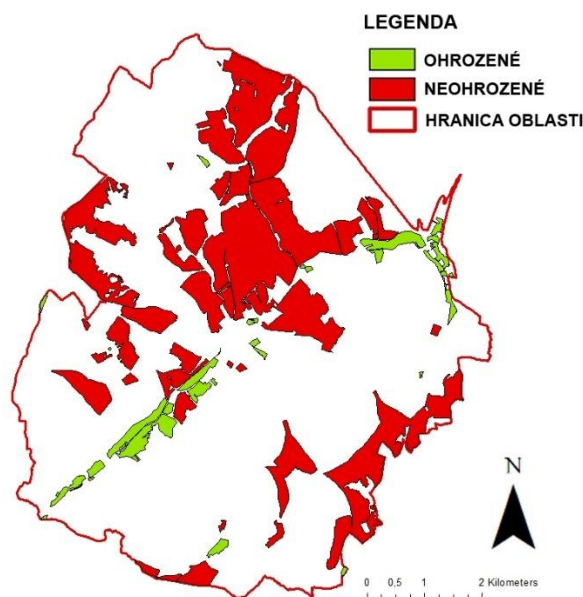
- svahy kratšie ako 4m

$$S_{(x,y)} = 3,0 \times (\sin \theta)^{0,8} + 0,56 \quad (5)$$

Výsledky

Jedným zo vstupných parametrov reliéfu pre výpočet priemernej dlhodobej straty pôdy sú hodnoty topografického faktora LS. Hodnoty topografického faktora sme určili na základe výpočtov v programe USLE 2D, pri využití algoritmu vetvenia odtokovej dráhy (flux decomposition). Výpočet sme realizovali v štyroch alternatívach podľa rôznych autorov pre 70 uzavretých parciel ornej pôdy. Ako najvhodnejší pre ďalšie využitie sme vybrali algoritmus výpočtu LS faktora podľa McCoola v stredných hodnotách (rill=interrill), ktorého výsledné hodnoty boli najvyššie pre väčšinu parciel ornej pôdy.

Na území Slovenskej republiky nebol v poslednom období realizovaný výskum, ani nebola vydaná smernica, ktorá by definovala aktuálnu hodnotu eróznej účinnosti dažďa pre územie Slovenskej republiky, preto sme pre účely práce využili hodnotu 28 MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹, získanú na základe mapy izočiari podľa autora Alena (1991). Vypočítali sme hodnoty priemernej ročnej straty pôdy pre jednotlivé parcely, s využitím faktora ochranného vplyvu vegetácie C=12. Na základe informácii o hĺbkach pôdy na jednotlivých pozemkoch a limitných hodnotách stanovených STN 75 4501 (1, 4 a 10t.ha⁻¹.rok⁻¹) sme určili plochy ornej pôdy, na ktorých priemerná ročná strata pôdy je vyššia ako limitná hodnota (obr. 3).



Obr.3: Plochy ornej pôdy ohrozené vodnou eróziou pri súčasnom spôsobe využívania územia (červené)

Pri súčasnom spôsobe využívania územia je vodnou eróziou ohrozených 91,15 % plôch ornej pôdy.

Nakoľko sme nemali prístup k informácii o v súčasnosti využívaných osevných postupoch na pozemkoch ornej pôdy, nebolo možné určiť reálny faktor ochranného vplyvu vegetácie pre jednotlivé pozemky. Uvažovali sme teda s rôznymi alternatívami faktora ochranného vplyvu vegetácie, jednotnými pre všetky plochy ornej pôdy. Vypočítali sme hodnoty priemernej dlhodobej straty pôdy na parcelách ornej pôdy s rôznym faktorom ochranného vplyvu vegetácie:

- $C=0,11$ – pšenica ozimná v 1. roku po d'ateline siata do zoranej pôdy
- $C=0,12$ – pšenica ozimná sadená po okopanine alebo obilnine
- $C=0,17$ – raž a jačmeň po okopanine alebo obilnine
- $C=0,44$ – zemiaky neskoré, cukrová repa, krmná repa
- $C=0,61$ – kukurica na zrno, slama predplodiny zobratá

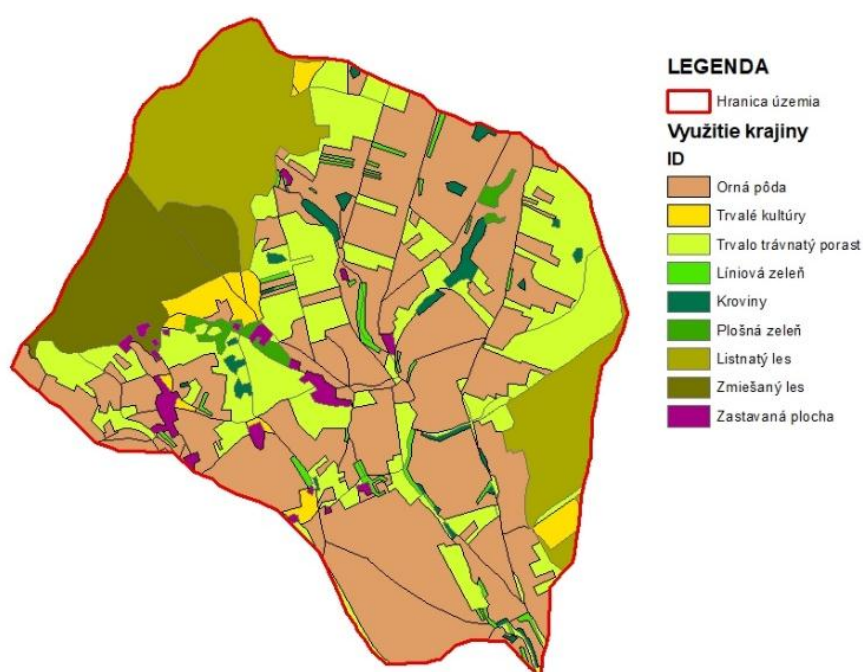
Výsledky analýzy dávajú obraz o možnostiach voľby osevných postupov na území a taktiež o tom, aký vplyv má voľba osevného postupu na hodnotu dlhodobej priemernej straty pôdy z pozemkov ornej pôdy. Plocha ornej pôdy ohrozenej vodnou eróziou pri rôznom, celoplošne aplikovanom osevnom postupe je zobrazená v tabuľke 3.

Tab. 3: Plochy ornej pôdy ohrozené vodnou eróziou pri rôznych, celoplošne aplikovaných osevných postupoch (charakterizovaných hodnotou faktora ochranného vplyvu vegetácie)

Hodnota faktora C	Plochy orných pôdy ohrozené vodnou eróziou [km ²]	Plochy orných pôdy ohrozené vodnou eróziou [%]
0,11	12,43	90,51
0,12	12,52	91,15
0,17	12,89	93,90
0,44	13,16	95,85
0,61	13,17	95,93

Z postavenia topografického faktora LS v univerzálnej rovnici straty pôdy je zrejmé, že na veľkosť straty pôdy vplyva aj neprerušená dĺžka svahu. Tá sa v priebehu času menila so zmenou prístupu ku krajine a jej produkčnému potenciálu. Najvýraznejšia zmena neprerušenej dĺžky svahu nastala pravdepodobne vplyvom kolektívizácie a sceľovania parciel s ornou pôdou. Ekostabilizačné prvky v krajine - vetrolamy, medze a poľné cesty, boli odstránené z pomedzí orných pôd, aby sa zabezpečila čo najväčšia súvislá plocha orných pôd, ktorej obrábanie bolo menej náročné pre mechanizmy.

Spracovali sme preto podrobnú mapu využívania územia pre povodie Haluzníkovho toku z obdobia pred kolektívizáciou, na ktorej je vidieť rozdrobenosť jednotlivých parciel (Obr. 4).



Obr. 4: Mapa spôsobu využívania povodia Haluzníkovho toku v období pred kolektívizáciou (TM25)

Pre parcely orných pôd na podrobnej mape TM25 (1952-1957) pre povodie Haluzníkovho toku sme určili priemernú hodnotu dlhodobej straty pôdy. Na základe informácií o hĺbke pôdneho krytu sme určili limitnú hodnotu priemernej dlhodobej straty

pôdy pre každú parcelu osobitne, podľa ktorej sme vyjadrili plochy ornej pôdy ohrozené vodnou eróziou. Porovnali sme percentuálne zastúpenie plôch ohrozených vodnou eróziou (z celkovej výmery ornej pôdy) z obdobia pred kolektivizáciou s hodnotou určenou na základe súčasného využívania územia.

V období pred kolektivizáciou bolo na povodí Haluzníkovho toku ohrozených vodnou eróziou 93,3% ornej pôdy. V súčasnosti je vodnou eróziou na tomto povodí ohrozených 99,6 % plôch ornej pôdy, avšak celková plocha ornej pôdy je o 8% menšia a niektoré kritické úseky pre tvorbu povrchového odtoku sú v súčasnosti zatrávnené. Napriek tomu je z analýzy zrejmé, že jedným z prístupov pre zníženie eróznej ohrozenosti orných pôd je ich reštrukturalizácia a obnova krajinných prvkov, ktoré by zmenšili neprerušenú dĺžku svahu.

Návrh vhodne polohovo rozmiestnených osevných postupov

Vytvorili sme mapu navrhovaného využívania územia, ktorého cieľom je znížiť priamy odtok z územia a redukovať tak mieru vodnej erózie v území. Na mape ornej pôdy vytvorenej na základe navrhnutého spôsobu využívania územia sme navrhli osevné postupy, ktoré by do najväčšej možnej miery minimalizovali plochy ohrozené vodnou eróziou. Vypočítali sme ohrozenosť jednotlivých parciel ornej pôdy vodnou eróziou na základe miestnych pomerov, vynásobením všetkých faktorov univerzálnej rovnice straty pôdy, okrem faktora ochranného vplyvu vegetácie. Následne sme navrhli najvhodnejšie osevné postupy pre jednotlivé parcely .

Na základe analýzy sa zistilo, že na ploche 16% ornej pôdy je nutné, na základe jej vysokej náchylnosti na vodnú eróziu, dodatočne navrhnuť ochranné zatrávnenie. Akékoľvek iné využívanie, vrátane pestovania viacročných krmovín, by spôsobilo nadlimitnú priemernú eróziu pôdy. Pre ostatnú plochu ornej pôdy (t.j. 60 pozemkov ktoré neboli dodatočne zatrávnené), boli navrhnuté dve alternatívy osevných postupov s dvojročným cyklom.

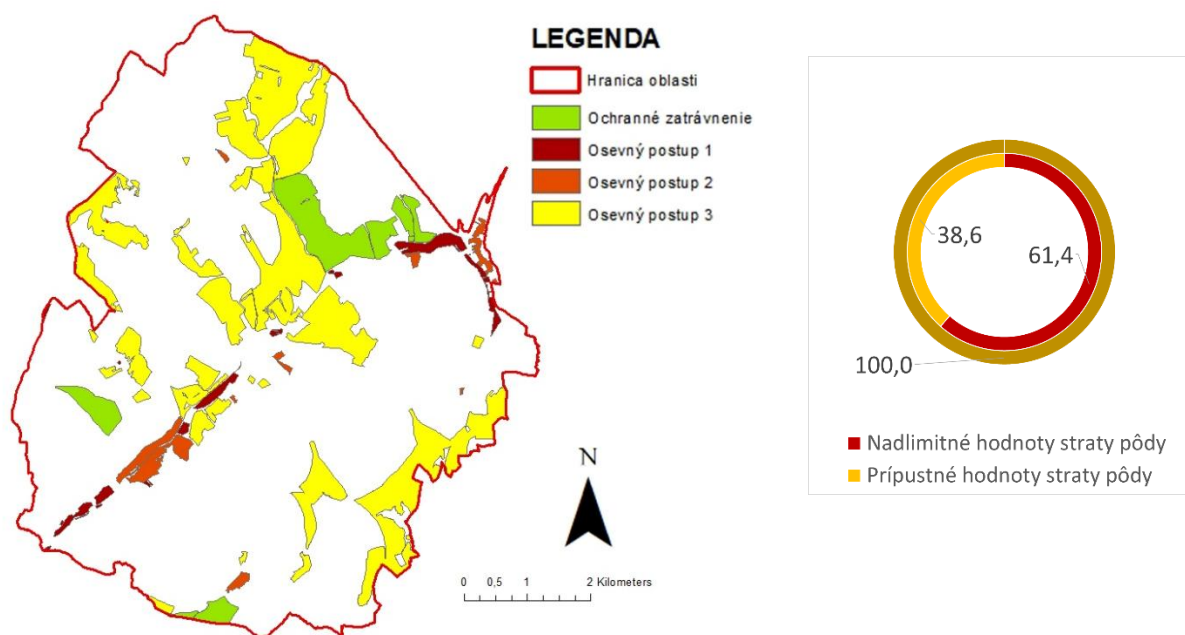
Prvá alternatíva

V prvej alternatíve osevných postupov boli navrhnuté 4 osevné postupy s cyklom opakovania 2 roky (Tab. 4). Jednotlivé osevné postupy boli aplikované na plochách ornej pôdy tak, aby sa do čo najväčšej možnej miery zredukovala vodná erózia, ale aby sa zároveň zachovala produkčná schopnosť krajiny. Pre aplikáciu osevného postupu č.1, kde sa na plochách ornej pôdy strieda kukurica na zrna s repkou olejnou, bolo vhodných len 4,6% plôch ornej pôdy. Na plochách ornej pôdy, na ktorých bol aplikovaný osevný postup 1 a 2, nedochádza na základe výpočtov k nadlimitnej hodnote priemernej dlhodobej straty pôdy. 82% plôch ornej pôdy, ktoré boli využité na osevný postup 3, vykazovalo pri tejto alternatíve nadlimitné hodnoty priemernej dlhodobej straty pôdy.

Tab. 4: Prvá alternatíva osevných postupov s výmerami dotknutej ornej pôdy

Osevný postup	1 rok	2 rok	Plocha ornej pôdy [m ²]	Plocha ornej pôdy [%]
1	kukurica na zrno	repka ozimná	551300	4,6
2	ovos	pšenica ozimná	655300	5,5
3	pšenica jarná/ovos	ďatelina	8869400	74,0
zatravnené			1914900	16,0

Pri prvej alternatíve by bolo možné obmedziť v prvom roku plochu ornej pôdy ohrozenej vodnou eróziou na 61,4%, v druhom roku na 0% (Obr. 5).



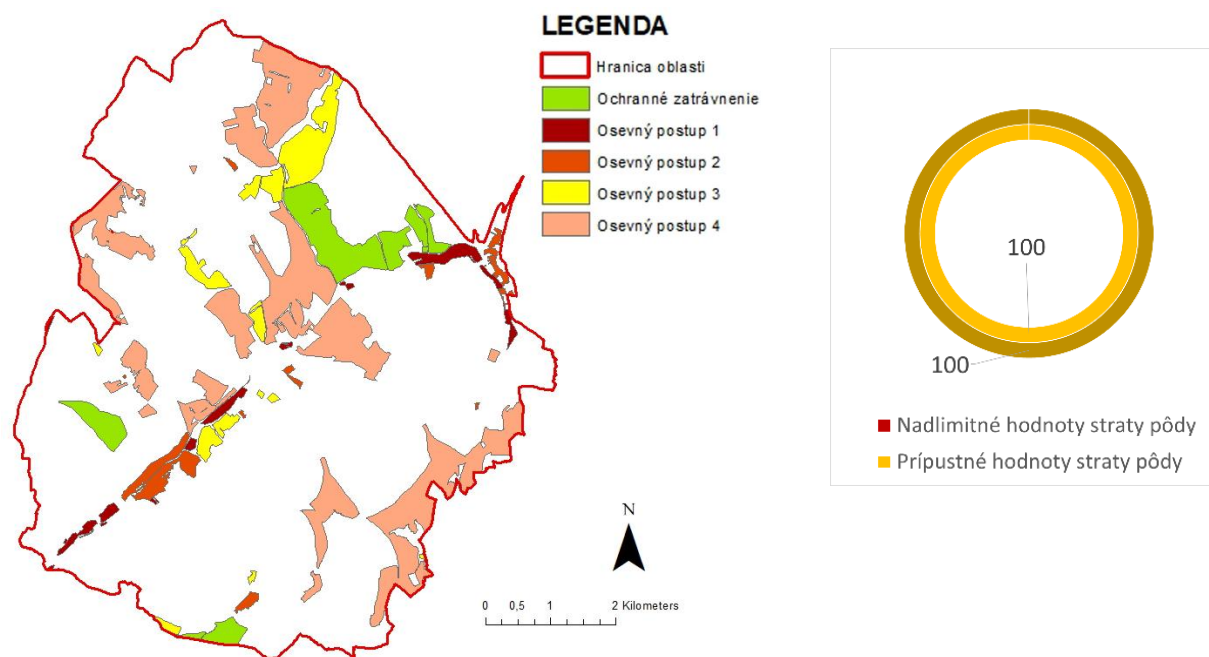
Obr. 5: Mapa rozmiestnenia osevných postupov na plochách ornej pôdy v prvej alternatíve a percento plôch ornej pôdy ohrozenej vodnou eróziou počas dvoch rokov cyklu

Druhá alternatíva

Druhý návrh osevných postupov bol navrhnutý tak, aby sa na všetkých vyšetovaných pozemkoch obmedzila hodnota priemernej dlhodobej straty pôdy na prípustnú hodnotu. Na to, aby boli priemerné hodnoty straty pôdy na všetkých pozemkoch pod limitnou hodnotou, bolo potrebné 82% plochy využívanej v prvej alternatíve pre osevný postup 3, nahradiť viacročnými krmovinami - lucernou a ďatelinou (Tab. 5). Pri tejto alternatíve by bolo podľa výpočtov možné obmedziť priemernú dlhodobú stratu pôdy na všetkých pozemkoch ornej pôdy na prípustnú hodnotu v oboch rokoch cyklu (Obr. 6).

Tab. 5: Druhá alternatíva osevných postupov s výmerami dotknutej ornej pôdy

Osevný postup	1 rok	2 rok	Plocha ornej pôdy [m ²]	Plocha ornej pôdy [%]
1	kukurica na zrno	repka ozimná	551300	4,6
2	ovos	pšenica ozimná	655300	5,5
3	pšenica jarná/ovos	ďateľina	1498100	12,5
4	lucerna	ďateľina	7371300	61,5
zatrávnenie			1914900	16,0



Obr. 6: Mapa rozmiestnenia osevných postupov na plochách ornej pôdy v druhej alternatíve a percento plôch ornej pôdy ohrozenej vodnou eróziou počas dvoch rokov cyklu

Záver

Z výsledkov vyplýva, že vhodnou zmenou spôsobu využívania územia je možné výrazne znížiť hodnotu priemernej ročnej straty pôdy z územia. Pri návrhu týchto zmien je potrebné brať do úvahy vhodné polohové rozmiestnenie kultúr na základe topografických vlastností územia a vlastností pôdneho krytu. Pri návrhu zmien spôsobu využívania územia je potrebné vytvárať v krajinnej štruktúre, najmä v plochách ornej pôdy, líniové prvky (medze, stromoradia, vsakovacie pásy), ktoré majú významný vplyv pri zachytávaní povrchového odtoku. V skúmanej lokalite je možné vhodným polohovým rozmiestnením kultúr znížiť hodnotu priemernej dlhodobej straty pôdy na plochách ornej pôdy.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0497

3 References

MAGLAY, J. geology.sk. [Online] Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2018. Available: <http://apl.geology.sk/gm50js/>. [Dátum: 4. 4 2018.]

USDA, RENARD, K.G. a kol. 1997. Predictial Soil erosion by Water: A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). s.l. : United States: Departement of Agriculture, 1997. ISBN 0-16-048938-5.

Stone R. P. - Hilborn D. , “Universal Soil Loss Equation (USLE),” Queen’s printer for Ontario, Október 2012. [Online]. Available: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/engineer/facts/12-051.htm>. [Accessed 25 Marec 2017].

Nearing M.A. 1997 : A single, continuous function for slope steepness influence on soil loss. Soil Science Society of America Journal, 61: 917–919.